



Vergleich verschiedener Fallensysteme zur Durchführung eines Schnellkäfer-Monitorings in Österreich

KATHARINA WECHSELBERGER, STEFAN DÖTTERL, PATRICK HANN, CARINA SCHRAGL, JULIA KAUSCHITZ, MATTHIAS WERNICKE, ANITA KAMPTNER, MARION SEITER, JOSEF EITZINGER & VITORE SHALA-MAYRHOFER

Abstract: Comparison of trap systems for click beetle monitoring in Austria.

Wireworms, the larvae of click beetles, cause extensive damage to arable crops and vegetables. Knowledge on the seasonal flight activity of click beetles is crucial to take effective measures. Soil cultivation carried out at the seasonal flight peaks of click beetles can interfere with egg deposition, and can harm egg clutches and newly hatched larvae. So far, the click beetle monitoring in Austria has been carried out with female sex-pheromones that specifically attract males of *Agriotes* species, but no pheromones are available for other economically relevant click beetle genera, such as *Melanotus*, *Selatosomus* and *Hemicrepidius* (Author's observation). Trap systems that also attract female click beetles would further improve the quality of the click beetle monitoring, and indeed, kairomones are used for the monitoring of *Agriotes ustulatus* and *Agriotes brevis*. The present study examined whether available trap systems are suitable to trap various economically relevant click beetle genera. In addition, scent samples were taken and analyzed from grass clippings that are attractive to *Agriotes sputator* and *A. brevis* in order to develop new synthetic scent mixtures for the attraction of female click beetles.

Keywords: Click beetle monitoring, kairomones, trap systems, female attractants, *Agriotes*

Citation: KATHARINA WECHSELBERGER, STEFAN DÖTTERL, PATRICK HANN, CARINA SCHRAGL, JULIA KAUSCHITZ, MATTHIAS WERNICKE, ANITA KAMPTNER, MARION SEITER, JOSEF EITZINGER & VITORE SHALA-MAYRHOFER 2023: Vergleich verschiedener Fallensysteme zur Durchführung eines Schnellkäfermonitorings in Österreich. – Entomologica Austriaca 30: 35–48.

Einleitung

Larven von Schnellkäfern (Coleoptera: Elateridae) werden aufgrund ihres länglichen, drahtigen Körperbaus gemeinhin als Drahtwürmer bezeichnet. Drahtwürmer der Gattung *Agriotes* können durch Fraß an Wurzeln und Knollen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen umfangreiche wirtschaftliche Schäden verursachen (BARSICS et al. 2013). Bodenbearbeitung gilt als geeignete Maßnahme zur Drahtwurmregulierung, wenn diese während oder kurz nach der Eiablage der Schnellkäfer durchgeführt wird, da die Eier und die frisch geschlüpften Larven besonders austrocknungsgefährdet sind (LANGENBUCH 1932). Die Herausforderung dabei ist, dass es mehrere Schad-Arten gibt, die sich hinsichtlich

ihrer Biologie und der Flugphasen der adulten Käfer deutlich unterscheiden (LANGENBUCH 1932, MILES 1942, RUSEK 1972, FURLAN 1996). In österreichischen Kartoffel- und Maisanbaugebieten wird daher seit dem Jahr 2019 ein Schnellkäfer-Monitoring mit artspezifischen Sexualpheromonen von Csalomon® durchgeführt. Die im Rahmen des Monitorings verwendeten Pheromone locken ausschließlich männliche Schnellkäfer der Gattung *Agriotes* an (TÓTH 2013). Bei jenen Schnellkäferarten, deren Flugphase sich beinahe über die gesamte Vegetationsperiode hin erstreckt, kann der Zeitraum, in dem die Hauptmasse der Eier abgelegt wird, anhand der Pheromonfallenfänge oft nicht näher bestimmt werden. Erschwerend kommt hinzu, dass Schnellkäfer ihre Eier nicht gleichmäßig über die gesamte Flugphase hinweg ablegen (DOANE 1967). Die Entwicklung von Kairomonen, die neben den männlichen auch die weiblichen Schnellkäfer anlocken, kann langfristig zur Optimierung des Monitorings beitragen, wenn die Flugphasen der männlichen und weiblichen Schnellkäfer nicht vollständig synchron verlaufen. Durch die Kombination von Kairomonen und der bisher verwendeten Pheromone kann außerdem die Attraktivität der Fallen für Schnellkäfer erhöht werden (TÓTH et al. 2019). Kairomone könnten die artspezifischen Pheromone unter Umständen sogar langfristig ersetzen, da einige pflanzenbasierte Lockstoffmischungen hinsichtlich ihrer Attraktivität für Schnellkäfer artspezifisch sind (VAN HERK et al. 2022). Artspezifische Pheromone stehen außerdem nur für Schnellkäfer der Gattung *Agriotes* zur Verfügung. Im westlichen Niederösterreich verursachen jedoch auch Drahtwürmer der Gattungen *Melanotus*, *Selatosomus* und *Hemicrepidius* Schäden an Kartoffeln (Beobachtung der Autorin). In der vorliegenden Studie wurden nicht-geschlechtsspezifische Fallensysteme auf ihre Eignung zur Erhebung des Fluges schadensrelevanter Schnellkäferarten getestet und mögliche Duftkomponenten für neue Lockstoffe gesucht.

Material und Methoden

Erhebung von Schnellkäfern mit unterschiedlichen Fallensystemen

Im Jahr 2021 wurde auf acht Standorten (Tab. 1) der Flug von Schnellkäfern mittels Kairomonfallen oder Gelbtafeln erhoben. Am Standort Wien, Donaustadt erfolgte im Jahr 2021 ein Vergleich von drei Fallensystemen von Csalomon®, die beide Geschlechter anlocken sollen: (1) Yaltor-Falle mit Kairomon „*A. ustulatus* bisexual“, (2) VARb3-Falle mit Kairomon „*A. ustulatus* bisexual“ und (3) Gelbtafel (PALs). Das Kairomon „*A. ustulatus* bisexual“ enthält die Blütendüfte (E)-Anethol und (E)-Zimtaldehyd, welche für die Art *Agriotes ustulatus* attraktiv sind (TÓTH et al. 2011). Nach jeweils vier Wochen wurden die Kairomonköder gewechselt, um die Lockwirkung über den gesamten Untersuchungszeitraum sicherzustellen. Die Yaltor-Falle (Abb. 1) und die VARb3-Falle (Abb. 2) wurden täglich entleert. Die Gelbtafeln (Abb. 3) wurden in der Regel wöchentlich gewechselt. Zum Zeitpunkt des Hauptfluges von *A. ustulatus* hingegen erfolgte der Wechsel der Gelbtafeln an jedem zweiten Tag.

Auf weiteren sechs Standorten (Kleinrötz, Wollmannsberg, Großnondorf, Gnadendorf, Niederstrahlbach und Großhaslau) wurden im Jahr 2021 jeweils eine Gelbtafel und eine Yaltor-Falle mit Kairomon (*A. ustulatus*), installiert und auf einem Standort (Breitstetten) wurde ebenfalls eine Gelbtafel installiert. Die Fallen wurden etwa ein Mal pro Woche entleert bzw. gewechselt und die Kairomonköder wurden einmal pro Monat gewechselt.

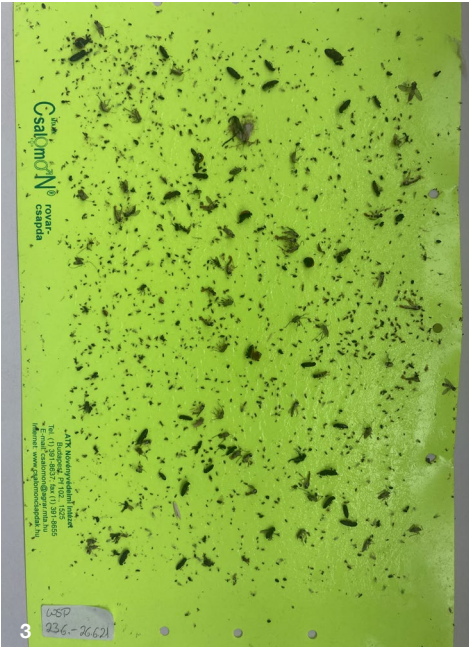


Abb. 1: Yaltor-Falle. Foto: K. Wechselberger. **Abb. 2:** VARb3-Falle. Foto: K. Wechselberger. **Abb. 3:** Gelbtafel. Foto: K. Wechselberger. **Abb. 4:** Grasfalle. Foto: K. Wechselberger.

Im Jahr 2022 wurden die Schnellkäfererhebungen mit Gelbtafeln auf zwei Standorten im Waldviertel (Zwettl und Niederstrahlbach) weitergeführt, während auf weiteren sechs Standorten in Wien (Donaustadt) und im Weinviertel (Breitstetten, Großnondorf, Untergrub, Wollmannsberg und Grandendorf) Erhebungen mittels sogenannter Grasfallen (KÖLLIKER et al. 2009) (Abb. 4) durchgeführt wurden (Tab. 2). Die Grasfallen wurden täglich nach Käfern durchsucht. Das Gras in den Grasfallen wurde jeweils erneuert sobald es abgetrocknet war. Dies war üblicherweise nach drei bis vier Tagen der Fall. Die Schnellkäfer aus allen untersuchten Fallensystemen wurden direkt nach jedem Fallenwechsel bei -35°C eingefroren. Die Gelbtafeln wurden nach dem Einfrieren auf Schnellkäfer untersucht. Diese wurden mit Hilfe einer Pinzette, einem feinen Haarpinsel und Waschbenzin vorsichtig einzeln von den Gelbtafeln abgelöst und gereinigt. Die Bestimmung der Käfer erfolgte unter dem Auflichtmikroskop anhand morphologischer Merkmale unter Zuhilfenahme des Bestimmungswerkes „Die Käfer Mitteleuropas“, Band 6 (FREUDE et al. 1979).

Tab. 1: Fallenstandorte, Testzeitraum und verwendete Fallensysteme 2021 in Wien und Niederösterreich.

Standorte	Koordinaten	Gelbtafel	Kairomon	Zeitraum
AT, W, Donaustadt, Marchfeld	48.256956, 16.483553	x	X	23.06.–29.07.
AT, NÖ, Breitstetten, Marchfeld	48.198143, 16.693437	x		27.06.–09.08.
AT, NÖ, Großnondorf, Weinviertel	48.638788, 15.988991	x	X	02.06.–18.08.
AT, NÖ, Kleinrötz, Weinviertel	48.390330, 16.412145	x	X	22.04.–31.08.
AT, NÖ, Wollmannsberg, Weinviertel	48.428503, 16.258966	x	X	26.05.–02.09.
AT, NÖ, Gnadendorf, Weinviertel	48.611842, 16.396388	x	X	17.06.–31.08.
AT, NÖ, Großhaslau, Waldviertel	48.6593578, 15.1681612	x	X	01.05.–30.08.
AT, NÖ, Niederstrahlbach, Waldviertel	48.616550, 15.127832	x	X	03.05.–22.09.

Tab. 2: Fallenstandorte, Testzeitraum und verwendete Fallensysteme 2022 in Wien und Niederösterreich.

Standorte	Koordinaten	Gelbtafel	Grasfalle	Zeitraum
AT, W, Donaustadt, Marchfeld	48.256956, 16.483553		x	26.04.–11.05.
AT, NÖ, Breitstetten, Marchfeld	48.210999, 16.724310		x	27.04.–13.06.
AT, NÖ, Großnondorf, Weinviertel	48.638788, 15.988991		x	12.07.–15.07.
AT, NÖ, Untergrub, Weinviertel	48.483554, 16.183701		x	12.07.–15.07.
AT, NÖ, Wollmannsberg, Weinviertel	48.428503, 16.258966		x	12.07.–15.07.
AT, NÖ, Gnadendorf, Weinviertel	48.611842, 16.396388		x	12.07.–15.07.
AT, NÖ, Zwettl, Waldviertel	48.649884, 15.158543	x		14.04.–19.09.
AT, NÖ, Niederstrahlbach, Waldviertel	48.616364, 15.127502	x		01.05.–07.08.

Sammlung und Analyse von Duftproben für die potentielle Entwicklung von neuen Lockstoffen

Die im Jahr 2022 auf den Standorten Breitstetten und Donaustadt errichteten Grasfallen wurden täglich auf das Vorhandensein von Schnellkäfern überprüft. Sobald mehr als fünf Schnellkäfer gefangen wurden, erfolgte die Sammlung der von den Grashäufchen abgegebenen Düfte mittels dynamischer Gasraumanalyse (GFRERER et al. 2021; Abb. 5). Am Standort Donaustadt wurden die Duftproben am 05.05.2022 und am Standort Breitstetten am 13.06.2022 gesammelt. Pro Grasfalle wurde je zwei Mal Gras zur Probennahme entnommen. Um die Grasfallendüfte von Kontaminationen oder von Düften aus der Umgebung unterscheiden zu können, diente je eine vom jeweiligen Standort gesammelte Probe aus der Umgebungsluft als Negativkontrolle. Die Düfte wurden zum Zeitpunkt der Fallenauswertung zwischen 09:00 und 10:00 Uhr morgens gesammelt. Dazu wurden je 10 g des Grases in einen Bratschlauch (ca. 20 x 12 cm, Toppits®) gepackt, aus welchem anschließend mittels einer Membranpumpe



Abb. 5: Mittels batteriebetriebener Membranpumpe (links oben im Bild) und eines Durchflussreglers (rechts oben im Bild) wurde aus dem Grasschnitt der Grasfalle, welcher in einem Bratschlauch verpackt wurde (unten im Bild), für 5 Minuten bei einer Durchflussrate von 200 ml/min die mit Grasduft angereicherte Luft gesaugt. Am Schlauchende befand sich eine Duftfalle, an die die emittierten Duftstoffe gebunden wurden. Foto: K. Wechselberger.

(G12/01 EB, Rietschle Thomas Inc., Puchheim, Deutschland) und eines Durchflussreglers die mit Grasfallendüften angereicherte Luft für 5 min bei einer Durchflussrate von 200 ml/min gesaugt wurde. Die herausgesaugte Luft wurde durch eine Duftfalle (Länge: 2,5 cm), bestückt mit den Adsorbentien Tenax TA und Carbotrap B (jeweils 1,5 mg), geleitet, an denen die emittierten Duftstoffe gebunden wurden (GFRERER et al. 2021).

Die Duftfallen mit den gebundenen Substanzen wurden in einem Thermodesorptionssystem desorbiert (TD-20, Shimadzu, Japan), welches an einem Gaschromatographen mit Massenspektrometer gekoppelt war (GC/MS-QP2010 Ultra, ausgestattet mit einer Phenomenex Kapillarsäule ZB-5, Ø 0,25 mm, Filmdicke: 0,25 µm, Länge: 60 m). Die desorbierten Proben wurden bei einem Splitverhältnis von 1:1 und einem konstanten Heliumfluss von 1,5 ml/min ins System eingebracht. Die GC-Ofentemperatur betrug am Anfang 40°C und erhöhte sich anschließend um 6°C/min bis zur Endtemperatur von 250°C. Diese wurde für 1 min gehalten. Das Verbindungsstück zwischen GC und MS wurde auf 250°C geheizt. Die Massenspektren wurden bei einer Spannung von 70 eV (m/z 30-350) aufgenommen. Zur Auswertung wurde die Software GCMSolution Version 2.72 (SHIMADZU 2012) verwendet. Als Grasfallendüfte klassifiziert wurden Substanzen, welche nur in den Grasfallenproben und nicht in den Negativkontrollen vorhanden waren oder welche in fünffach höherer Menge in den Proben vorkamen als in den Kontrollen.

Fänge von *A. ustulatus* aus zwei Fallentypen mit Kairomon-Köder (*A. ustulatus*, bisexual), Standort Wien 2021

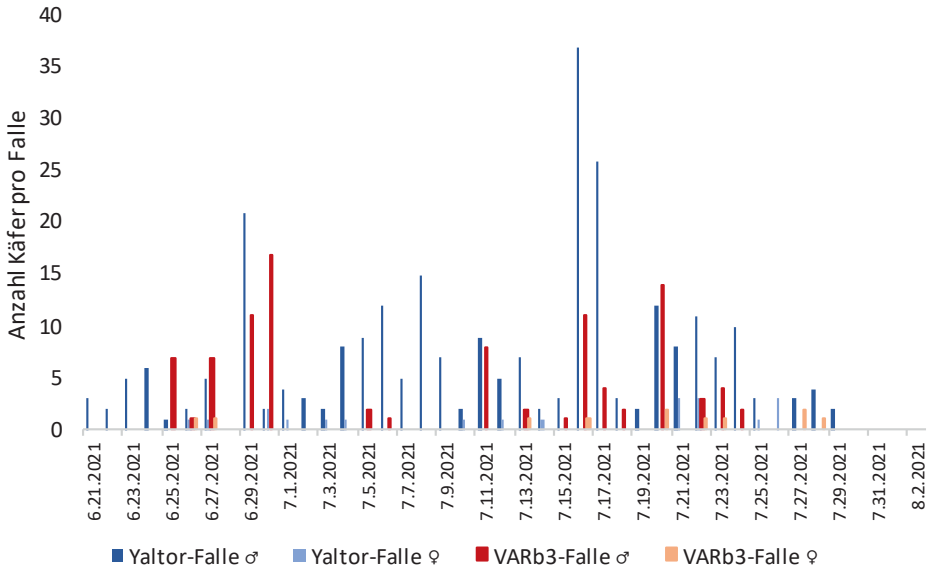


Abb. 6: Anzahl der Käfer der Art *Agriotes ustulatus* je Fallentyp; angegeben über die unterschiedlichen Helltöne sind die beiden Geschlechter. Die Auswertung der Fallen erfolgte am Standort Wien Donaustadt im Jahr 2021, über den gesamten Flugzeitraum der Art *A. ustulatus* hinweg, täglich.

Ergebnisse

Erhebung von Schnellkäfern mit unterschiedlichen Fallensystemen

Am Standort Donaustadt wurden im Jahr 2021 mit allen drei getesteten Fallensystemen von Csalomon® (Yaltor-Falle + Kairomon, VARb3-Falle + Kairomon, Gelbtafel) ausschließlich Schnellkäfer der Art *A. ustulatus* gefangen, mit Ausnahme eines Exemplars der Gattung *Athous*, welches im Zeitraum vom 04.07.-06.07.2021 auf einer Gelbtafel zu finden war (Abb. 6). Das Fallensystem Yaltor + Kairomon erzielte im Zeitraum von 23.06. bis 29.07.2021 288 Fänge von *A. ustulatus*, davon 20 weibliche Käfer und 268 männliche Käfer, während mit dem Fallensystem VARb3 + Kairomon insgesamt 108 Käfer der Art *A. ustulatus* gefangen wurden, davon 11 weibliche Käfer und 97 männliche. Im selben Zeitraum wurden mittels Gelbtafel am Standort Donaustadt insgesamt 404 Käfer der Art *A. ustulatus* gefangen, davon 186 weibliche und 218 männliche Käfer. Damit erwies sich am Standort 1220 Wien die Gelbtafel als effizienteste Falle zur Erhebung des Fluges weiblicher Käfer der Art *A. ustulatus*. Mit dem Fallensystem Yaltor + Kairomon wurden am Standort Donaustadt im Jahr 2021 nicht nur insgesamt mehr Käfer der Art *A. ustulatus* gefangen als mit VARb3 + Kairomon, es wurden auch an mehr Tagen Käfer gefangen; während mit der Falle Yaltor + Kairomon an 54 von 61 Tagen Käfer zu finden waren, wurden mit dem Fallensystem VARb3 + Kairomon im selben Zeitraum nur an 22 Tagen Käfer gefangen (Abb. 6).

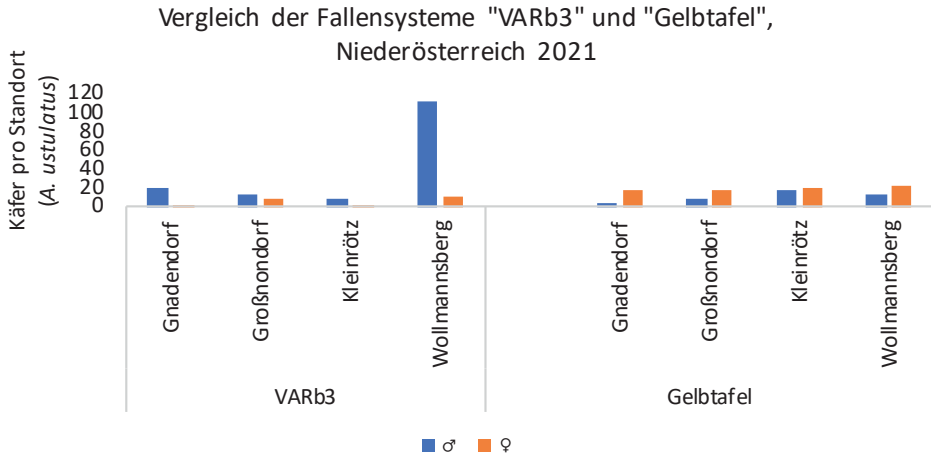


Abb. 7: Abgebildet ist die Summe der männlichen und weiblichen Käfer der Art *Agriotes ustulatus*, welche auf den Monitoring-Standorten in Niederösterreich im Jahr 2021 jeweils mit einer Falle der Art VARb3 + Kairomon (*A. ustulatus*, bisexual) und einer Gelbtafel gesammelt wurden.

Auch auf den Standorten in Niederösterreich wurden im Jahr 2021 mit dem Fallensystem VARb3 + Kairomon ausschließlich Käfer der Art *A. ustulatus* gefangen, mit Ausnahme eines einzigen Individuums der Art *Agriotes obscurus*, das in Großhaslau im Zeitraum zwischen 01.05. und 30.05.2021 in der Falle zu finden war. Im Zeitraum vom 30.05. bis zum 30.08.2021 wurden in Großhaslau keine weiteren Schnellkäfer mit VARb3 + Kairomon gefangen. Auf dem Standort Niederstrahlbach wurden mit diesem Fallensystem im gesamten Erhebungszeitraum, nämlich vom 03.05. bis zum 22.09.2021, keine Schnellkäfer gefangen. Auf den vier Standorten im östlichen Niederösterreich (Gnadendorf, Großnondorf, Kleinrötz und Wollmannsberg) wurden im Jahr 2021 mittels VARb3 + Kairomon insgesamt 175 Käfer der Art *A. ustulatus* gefangen, davon 12,6% weibliche Käfer, während mittels Gelbtafeln auf denselben Standorten insgesamt 124 Käfer der Art *A. ustulatus* gefangen wurden, davon 62,9% weibliche Käfer (Abb. 7). Auch im östlichen Niederösterreich erwies sich die Gelbtafel somit als effizienter zum Fang weiblicher Käfer der Art *A. ustulatus* als das Fallensystem mit dem artspezifischen Kairomon. In Gnadendorf trat *A. ustulatus* im Zeitraum zwischen 17.06. und 23.08.2021 auf, in Großnondorf im Zeitraum zwischen 01.07. und 02.08.2021, in Kleinrötz im Zeitraum zwischen 29.06. und 17.08.2021, und in Wollmannsberg im Zeitraum zwischen 30.06. und 03.08.2021. Mit den Gelbtafeln, die im Jahr 2021 auf acht Standorten und im Jahr 2022 auf zwei Standorten aufgestellt wurden, konnten im Vergleich zu den anderen getesteten Fallensystemen am meisten Schnellkäferarten gefangen werden. Im gesamten Untersuchungszeitraum wurden zehn Schnellkäfergattungen und 15 Arten mittels Gelbtafeln gefangen (Tab. 3). Das Kairomon, welches im Jahr 2021 auf sieben Standorten hinsichtlich seiner Attraktivität für Schnellkäfer untersucht wurde, lockte hingegen ausschließlich die Art *A. ustulatus* an, mit Ausnahme jeweils eines einzelnen Individuums von *A. obscurus* und *Athous* sp. Mit den Grasfallen, die im Jahr 2022 auf sechs Standorten aufgestellt wurden, konnten ausschließlich Käfer der Arten *Agriotes sputator* und *Agriotes brevis* gefangen werden (Tab. 4).

Tab. 3: Gelbtäfelgänge der Jahre 2021 und 2022.

	2021								2022	
	Donaustadt	Breitstetten	Großnondorf	Kleinrötz	Wollmannsberg	Gnadendorf	Großhaslau (Zwettl)	Niederstrahlbach	Großhaslau (Zwettl)	Niederstrahlbach
<i>Adelocera murina</i> (LINNAEUS, 1758)						1			1	
<i>Agriotes obscurus</i> ♂ (LINNAEUS, 1758)									1	
<i>Agriotes ustulatus</i> ♂ (SCHALLER, 1783)	406	34	9	18	14	5				
<i>Agriotes ustulatus</i> ♀	356	59	18	20	22	18	1	1		
<i>Ampedus sinuatus</i> (GERMAR, 1844)								1		
<i>Ampedus nigrinus</i> (HERBST, 1784)				1						
<i>Athous</i> sp. (ESCHSCHOLTZ, 1829)	1		1		1	2				1
<i>Cardiophorus ruficollis</i> (LINNAEUS, 1758)									2	
<i>Cardiophorus vestigialis</i> (ERICHSON, 1840)				1						
<i>Cidnopus</i> sp. (THOMSON, 1859)			2	5					6	
<i>Melanotus brunnipes</i> (GERMAR, 1824)					12				2	
<i>Melanotus crassicollis</i> (ERICHSON, 1841)					1					
<i>Melanotus niger</i> (FABRICIUS, 1792)									1	
<i>Prosternon tessellatum</i> (LINNAEUS, 1758)				5				20	7	
<i>Synaptus filiformis</i> (FABRICIUS, 1781)						1				
<i>Zoroachros</i> sp. (THOMSON, 1859)				1						

Tab. 4: Summe der Schnellkäferfänge aus den Grasfallen je Standort im Jahr 2022.

Standort	Zeitraum	<i>Agriotes brevis</i>	<i>Agriotes sputator</i>
Donaustadt	26.04.–11.05.	0	17
Breitstetten	27.04.–13.06.	5	25
Großnondorf	12.07.–15.07.	0	0
Wollmannsberg	12.07.–15.07.	0	0
Untergrub	12.07.–15.07.	0	0
Gnadendorf	12.07.–15.07.	2	0

Abgegebene Duftstoffe der Grasfallen

In den am Standort Breitstetten gesammelten Duftproben konnten keine Düfte nachgewiesen werden, von der Grasfalle des Standortes Donaustadt konnten jedoch insgesamt 433 ng Duft, zusammengesetzt aus 40 verschiedenen Komponenten, detektiert werden (Tab. 5). Am Tag der Probenahme am Standort Donaustadt war das Gras in der Grasfalle drei Tage alt und von dem beprobten Grashäufchen waren fünf Käfer der Art *A. sputator* angelockt worden. Der Duft des Grashäufchens wurde von sogenannten Blattdüften dominiert, die über 80 % des Gesamtduftes ausmachten. Darunter (Z)-3-Hexenylacetat, (Z)-3-Hexen-1-ol, Hexylacetat, 1-Hexanol, (E)-2-Hexenal und (E)-2-Hexen-1-ol. Ebenfalls in der Duftprobe enthalten waren, wenn auch in deutlich geringeren Mengen, typische Fermentationsdüfte und Pilzaromen wie 3-Methyl-1-butanol, 2-Methyl-1-butanol und 2-Phenylethanol sowie Acetoin und der pilzliche Duft 1-Octen-3-ol.

Tab. 5: Relativer Anteil der Grasfallendüfte am Standort Wien Donaustadt.

Substanz	Relativer Anteil (%)
(Z)-3-Hexenylacetat	52,66
(Z)-3-Hexen-1-ol	17,80
Hexylacetat	6,17
1-Hexanol	5,07
(E)-2-Hexenal	3,78
(E)-2-Hexen-1-ol	2,37
3-Methyl-1-butanol	1,66
3-Methylbutylacetat	1,12
3-Methylbutanal	1,08
2-Methyl-1-butanol	0,89
2-Methylbutanal	0,79
unbekannt + Pentylacetat	0,70
2-Methylbutylacetat	0,59
(E)-3-Hexenylacetat	0,58
(E)-2-Hexenylacetat	0,56
(Z)-2-Penten-1-ol	0,51
1-Pentanol	0,34
Methylsalicylat	0,33
Acetoin	0,32
2-Phenylethanol	0,32
(E)-3-Hexen-1-ol	0,31
1-Octen-3-ol	0,27
Isopentylbenzoat	0,22
Isobutylacetat	0,21
2-Phenylethylacetat	0,14
(Z)-3-Hexenyltigliat	0,13
Isobutylbenzoat	0,12

Substanz	Relativer Anteil (%)
(Z)-3-Hexenylbenzoat	0,12
β -Cyclocitral + (Z)-3-Hexenyl-2-methylbutyrat	0,12
(Z)-2-Hexenal	0,11
β -Caryophyllen	0,10
(E,E)-2,4-Heptadienal	0,10
(Z)-3-Hexenylformat	0,08
(Z)-3-Hexenyl-3-methylbutyrat	0,07
(E)-2-Pentenal	0,07
(E)-2-Methylbut-2-enal	0,05
α -Copaen	0,05
Hexyltiglat	0,03
Ethylsalicylat	0,03
(E)-2-Hexenylisobutytrat	0,02

Diskussion

Der Zeitpunkt der Bodenbearbeitung als Maßnahme gegen den Drahtwurm spielt hinsichtlich der Wirksamkeit eine bedeutende Rolle, da diese auf die empfindlichen Phasen im Lebenszyklus des Schnellkäfers abzielt, nämlich Eigelege und Junglarven (LANGENBUCH 1932). Es wird davon ausgegangen, dass die Eiablage während oder kurz nach dem Hauptflug einer Schnellkäfer-Art stattfindet. Da sich die Schnellkäferarten hinsichtlich der Flugphasen der adulten Käfer deutlich unterscheiden (FURLAN 1996, MILES 1942, RUSEX 1972), wird in Österreich ein Schnellkäfer-Warndienst durchgeführt, der einen wichtigen Beitrag zur effektiven Regulierung des Drahtwurmes leistet. Durch die Optimierung der für den Warndienst verwendeten Fallensysteme soll der Warndienst laufend verbessert werden. Dafür werden verschiedene Fallensysteme und Duftstoffe auf ihre Attraktivität für schadensrelevante Schnellkäferarten untersucht.

Das Kairomon „*A. ustulatus*, bisexual“ von Csalomon® enthält die Blütendüfte (E)-Anethol und (E)-Zimtaldehyd, welche für die Art *A. ustulatus* attraktiv sind (TÓTH et al. 2011). Da auch andere schadensrelevante Schnellkäferarten, wie beispielsweise Käfer der Gattung *Melanotus*, Blütenbesucher sind (FREUDE et al. 1979), wurde davon ausgegangen, dass mehrere Schnellkäferarten den Duft attraktiv finden. Diese Annahme wurde dadurch gestützt, dass innerhalb des österreichischen Schnellkäfer-Monitorings im Jahr 2019 auf einem Standort in Oberösterreich (AT, OÖ, Naarn im Machlande, Koordinaten: 48.219062, 14.606262) die Schnellkäferart *Betarmon bisbimaculatus* vom Kairomon „*A. ustulatus*, bisexual“ von Csalomon® angelockt wurde. Im Versuchsjahr 2021 war die Yaltor-Falle in Kombination mit dem Kairomon jedoch nur für die Art *A. ustulatus* attraktiv. Nur am Standort Großhaslau wurde im Zeitraum vom 01.05. bis zum 30.05.2021 ein einzelner männlicher Käfer der Art *A. obscurus* gefangen. Dabei handelt es sich vermutlich um einen zufälligen Fang, da *A. obscurus* auch auf den Standorten Gnadendorf und Niederstrahlbach innerhalb des Schnellkäfer-Monitorings mittels artspezifischer Pheromone nachgewiesen wurde, dort jedoch nicht in den Yaltor-Fallen mit dem

Kairomon „*A. ustulatus*, bisexual“ zu finden war. Unabhängig vom Fallensystem (Yaltor oder VARb3) ist das Kairomon „*A. ustulatus*, bisexual“ von Csalomon[®], mit Ausnahme der Art *A. ustulatus*, nicht für die in Österreich auftretenden Schnellkäfer-Schadarten attraktiv. Die Art *A. ustulatus* zählt zu den wichtigsten Schadarten in Europa (FURLAN 1996). Eine Optimierung der Monitoring-Fallen für *A. ustulatus* ist, wie in TÓTH et al. (2019) beschrieben, durch eine Kombination aus artspezifischem Pheromonen und dem Kairomon möglich, da die Gesamtzahl der gefangenen Käfer erhöht wird. Wie die Ergebnisse der vorliegenden Studie nahelegen, ist das Kairomon „*A. ustulatus*, bisexual“ von Csalomon[®] jedoch nicht dazu geeignet, auch andere schadensrelevante Schnellkäferarten effektiv anzulocken. Aus diesem Grund wurde das Kairomon im Jahr 2022 nicht weiter getestet.

Die größte Anzahl verschiedener Schnellkäferarten konnte mittels Gelbtafeln gefangen werden (Tab. 3). Von den zehn Schnellkäfergattungen, die in den Jahren 2021 und 2022 auf den Gelbtafeln aus Wien und Niederösterreich zu finden waren, zählen nur die Gattungen *Agriotes*, *Melanotus* und *Athous* zu den landwirtschaftlichen Schädlingen (BARSICS et al. 2013). Im Weinviertel waren auf den Gelbtafeln vor allem Schnellkäfer der Art *A. ustulatus* zu finden. Dass Gelbtafeln für diese Art besonders attraktiv sind, wurde bereits von FURLAN (1996) beschrieben. In der vorliegenden Studie konnte gezeigt werden, dass die weiblichen Käfer der Art *A. ustulatus* mit Gelbtafeln effektiver gefangen werden können als mit VARb3-Fallen, die mit artspezifischen Kairomonködern [(E)-Anethol und (E)-Zimtaldehyd] bestückt sind (Abb. 7). In der Praxis sind jedoch Gelbtafeln viel aufwendiger in der Handhabung als Yaltor- oder VARb3-Fallen. Im Vergleich zu den anderen *Agriotes*-Arten ist außerdem die Flugphase von *A. ustulatus*, die in etwa nur zwei bis sechs Wochen beträgt (MASLER 1982, HINKING 1983, FURLAN 1996), verhältnismäßig kurz. Ob der höhere Arbeitsaufwand im Verhältnis zur tatsächlichen Verbesserung hinsichtlich der Bestimmung des optimalen Zeitpunktes zur Durchführung von Bodenbearbeitungsmaßnahmen zur Bekämpfung von Eiern und Junglarven von *A. ustulatus* steht, ist noch unklar. Ein weiterer Nachteil beim Einsatz von Gelbtafeln ist die umfangreiche Zahl an unerwünschten Beifängen. Die Beifänge wurden in der vorliegenden Studie jedoch nicht bestimmt oder quantifiziert.

Da im Versuchsjahr 2021 im westlichen Niederösterreich mittels Gelbtafeln bereits Schnellkäfer der Gattung *Melanotus* gefangen werden konnten, welche zu den schadensrelevanten Schnellkäfergattungen zählen (LINDROTH & CLARK 2009, ARAKAKI et al. 2010), wurden in dieser Region im Jahr 2022 auf zwei Standorten die Erhebungen mittels Gelbtafeln weitergeführt. Auf den Standorten in Niederösterreich wurden die Gelbtafeln wöchentlich gewechselt. Im Jahr 2021 wurden in Niederösterreich auf sieben Standorten (Tab. 1) insgesamt 79 Gelbtafeln ausgewertet, auf denen insgesamt nur 13 Käfer der Gattung *Melanotus* zu finden waren. Im Jahr 2022 wurden auf zwei niederösterreichischen Standorten (Tab. 2) insgesamt 26 Gelbtafeln ausgewertet, auf denen insgesamt drei Käfer der Gattung *Melanotus* zu finden waren (Tab. 3). Aufgrund des hohen Aufwandes beim Wechsel und bei der Auswertung von Gelbtafeln und den geringen Fangzahlen von *Melanotus* sp., muss festgestellt werden, dass Gelbtafeln für das Monitoring dieser Gattung in der Praxis ungeeignet sind. Ähnliches gilt für die Gattung

Athous, deren Larven ebenfalls Schäden in landwirtschaftlichen Kulturen verursachen können (BLÖT et al. 1999). Auf den insgesamt 92 Gelbtafeln, die in den Jahren 2021 und 2022 ausgewertet wurden, waren nur sechs Käfer der Gattung *Athous* zu finden. Es ist davon auszugehen, dass vor allem blütenbesuchende Insekten von Gelbtafeln angelockt werden. Einige blütenbesuchende Schnellkäferarten, wie beispielsweise *A. obscurus*, wurden jedoch nicht oder nur vereinzelt mit den Gelbtafeln gefangen. Neben der fehlenden Attraktivität des optischen Reizes, der von der Gelbtafel ausgeht, könnte auch die unterschiedliche Anbringung der Fallen Grund für das Fehlen von *A. obscurus* und anderer blütenbesuchenden Schnellkäferarten auf den Gelbtafeln sein. Während Yaltor-Fallen ebenerdig angebracht werden (Abb. 1), werden Gelbtafeln in Höhe der Vegetation auf einem Holzstab fixiert.

Sogenannte Grasfallen, bestehend aus Folien, die mit frischem Rasenschnitt bestreut werden, sind für weibliche und männliche Käfer von *A. obscurus*, *Agriotes lineatus* und *A. sputator* attraktiv (KÖLLIKER 2009). Für die Durchführung eines Monitorings sind Grasfallen ungeeignet, da es sich um keine standardisierte Methode handelt. Die Attraktivität der Grasfallen für Schnellkäfer kann von den Pflanzenarten im Grasschnitt sowie auch vom Zustand des Grasschnittes beeinflusst werden, der sich abhängig von der Witterung innerhalb von Stunden verändern kann. Eine synthetische Lockmischung, welche den Duft der Grasfalle nachahmt, könnte jedoch für das Monitoring herangezogen werden. Der Duft eines Grashäufchens des Standortes Donaustadt, von dem Käfer der Art *A. sputator* angelockt wurden, wurde von typischen Grünblattdüften dominiert, darunter (Z)-3-Hexenylacetat und (Z)-3-Hexen-1-ol (Tab. 5). Grünblattdüfte wurden bereits als Lockmittel für *Agriotes*-Arten beschrieben. So war beispielsweise die Duftmischung bestehend aus (Z)-3-Hexenylacetat : Methylbenzoat : (Z)-3-Hexen-1-ol : Methylsalicylat im Verhältnis 300 : 5 : 30 : 30 attraktiv für *A. brevis*, nicht jedoch für *A. obscurus* und *A. lineatus* (VAN HERK et al. 2022). Im beprobten Grashäufchen wurden auch Fermentationsdüfte, wie beispielsweise 3-Methyl-1-butanol, 2-Methyl-1-butanol sowie 2-Phenylethanol und Acetoin nachgewiesen. Bei einem in den Jahren 2018-2020 in Russland durchgeführten Coleopteren-Monitoring, bei dem Fermentationsfallen mit Rotwein, Weißwein und Bier eingesetzt wurden, konnten insgesamt 34 Schnellkäferarten gesammelt werden; darunter auch zahlreiche schadensrelevante Arten wie zum Beispiel *A. lineatus*, *A. obscurus*, *Selatosomus aeneus*, *Hemicrepidius niger* und *Melanotus* sp. (RUCHIN et al. 2021). Auch die eigene Beobachtung, dass Grasfallen für die Schnellkäfer der Arten *A. sputator* und *A. brevis* erst dann attraktiv waren, wenn das Gras etwa zwei bis drei Tage alt war, deutet darauf hin, dass Fermentationsdüfte bei der Anlockung mancher Schnellkäferarten eine Rolle spielen.

Ausblick

Zur Optimierung des Schnellkäfer-Monitorings in Österreich werden anhand der gewonnenen Erkenntnisse neue Lockstoffe entwickelt und auf Praxisstandorten hinsichtlich ihrer Attraktivität für Schnellkäfer untersucht. Neben Duftmischungen bestehend aus Blattdüften sind auch Versuche mit Fermentationsdüften geplant. Zusätzlich zu Freilandversuchen sollen Verhaltensexperimente mit Schnellkäfern im Labor durchgeführt werden.

Danksagung

Die Untersuchungen erfolgten im Rahmen des Projektes: „Drahtwurm-Monitoring bei Kartoffeln und Mais für den österreichischen Pflanzenschutz-Warndienst“ (ELATMON), mit Unterstützung von Bund, Ländern und Europäischer Union (LE-14-20).

Literaturverzeichnis

- ARAKAKI N., HOKAMA Y. & YAMAMURA K. 2010: Estimation of the dispersal ability of *Melanotus okinawensis* (Coleoptera: Elateridae) larvae in soil. – Applied Entomology and Zoology 45: 297–302.
- BARSICS F., HAUBRUGE E. & VERHEGGEN F.J. 2013: Wireworms' Management: An overview of the existing methods, with particular regards to *Agriotes* spp. (Coleoptera: Elateridae). – Insects 4: 117–152.
- BLOT Y., BRUNEL E. & COURBON R. 1999: Survey on the infection of wheat and maize by larvae of wireworms of *Agriotes* and *Athous* genera (Coleoptera: Elateridae) in some areas of West France. – Annales De La Societe Entomologique De France 35: 453–457.
- DOANE J.F. 1967: The influence of soil moisture and some soil physical factors on the ovipositional behavior of the prairie grain wireworm, *Ctenicera destructor*. – Entomologia Experimentalis et Applicata 10: 275–286.
- FREUDE H., HARDE K. W. & LOHSE G.A. 1979: Die Käfer Mitteleuropas. – Goecke und Evers, Krefeld, Band 6: 103–186.
- FURLAN L. 1996: The biology of *Agriotes ustulatus* SCHÄLLER (Col., Elateridae). I. Adults and oviposition. – Journal of Applied Entomology 120: 269–274.
- GRERERER E., LAINA D., GIBERNAU M., FUCHS R., HAPP M., TOLASCH T., TRUTSCHNIG W., HÖRGER A., COMES H.P. & DÖTTERL S. 2021. Floral scents of a deceptive plant are hyperdiverse and under population-specific phenotypic selection. – Frontiers in Plant Science 12: 719092.
- HINKIN S. 1983: Biology and ecology of western click beetle *Agriotes ustulatus* SCHALL (Elateridae, Coleoptera). – Rasteniev dni nauki 20: 155–122.
- KÖLLIKER U., JOSSI W. & KUSKE S. 2009: Optimised protocol for wireworm rearing. – IOBC/WPRS Bulletin 45: 457–460.
- LANGENBUCH R. 1932: Beiträge zur Kenntnis der Biologie von *Agriotes lineatus* L. und *Agriotes obscurus* L. – Zeitschrift für angewandte Entomologie 19: 278–300.
- LINDROTH E. & CLARK T.L. 2009: Phylogenetic analysis of an economically important species complex of wireworms (Coleoptera: Elateridae) in the Midwest. – Journal of Economic Entomology 102: 743–749.
- MASLER V. 1982: Skodlivé druhy kováčikovitych (Coleoptera, Elateridae) na Solvensku a ochrana proti nim. – Polnohospodárska veda 3/82, Bratislava.
- MILES H.W. 1942: Wireworms and agriculture, with special reference to *Agriotes obscurus* L. – Annals of Applied Biology 29: 176–180.
- RUCHIN A.B., EGOROV L.V. & KHAPUGIN A.A. 2021: Usage of fermental traps for the study of the species diversity of Coleoptera. – Insects 12: 407.

- RUSEK J. 1972: Die mitteleuropäischen *Agriotes* und *Ectinus* Arten (Coleoptera: Elateridae) mit besonderer Berücksichtigung von *A. brevis* und den in Feldkulturen lebenden Arten. – Transaction of the Czechoslovakian Academy of Science, Praha, CSAV, 90 pp.
- TÓTH M., FURLAN L., SZARUKÁN I. & VUTS J. 2011: Development of a female-targeted attractant for the click beetle *Agriotes ustulatus* SCHWARZ. – Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica 46: 235–245.
- TÓTH M. 2013: Pheromones and attractants of click beetles: An overview. – Journal of Pest Science 86: 3–17.
- TÓTH M., FURLAN L., SZARUKÁN I., NAGY A., VUTS J., TOSHOVA T., VELECHV D., LOHONYAI Z. & IMREI Z. 2019: The addition of a pheromone to a floral lure increases catches of females of the click beetle *Agriotes ustulatus* (SCHALLER) (Coleoptera: Elateridae). – Journal of Chemical Ecology 45: 667–672.
- VAN HERK W., VERNON B., BOURASSA-TAIT G., TÓTH M. & KOVACS E. 2022: Field evaluation of selected plant volatiles and conspecific pheromones as attractants for *Agriotes obscurus* and *A. lineatus* (Coleoptera: Elateridae). – Insects 13: 173.

Anschriften der Verfasser:innen

KATHARINA WECHSELBERGER, Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES), Spargelfeldstraße 191, A-1220 Wien.
E-Mail: katharina.wechselberger@ages.at

STEFAN DÖTTERL, Paris-Lodron Universität Salzburg, Hellbrunnerstraße 34, A-5020 Salzburg, Österreich. E-Mail: stefan.doetterl@plus.ac.at

PATRICK HANN, MELES GmbH – Ingenieurbüro für Biologie, Mörikestraße 20, A-3100 St. Pölten, Österreich. E-Mail: p.hann@melesbio.at

CARINA SCHRAGL, MELES GmbH – Ingenieurbüro für Biologie, Mörikestraße 20, A-3100 St. Pölten, Österreich. E-Mail: c.schragl@melesbio.at

JULIA KAUSCHITZ, Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES), Spargelfeldstraße 191, A-1220 Wien, Österreich.
E-Mail: julia.kauschwitz@ages.at

MATTHIAS WERNICKE, Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES), Spargelfeldstraße 191, A-1220 Wien, Österreich.
E-Mail: matthias.wernicke@ages.at

ANITA KAMPTNER, Landwirtschaftskammer Niederösterreich, Wiener Straße 64, A-3100 St. Pölten, Österreich. E-Mail: anita.kamptner@lk-noe.at

MARION SEITER, Landwirtschaftskammer Oberösterreich, Auf der Gugl 3, A-4021 Linz, Österreich. E-Mail: marion.seiter@lk-ooe.at

JOSEF EITZINGER, Institut für Meteorologie und Klimatologie, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien, Österreich. E-Mail: josef.eitzinger@boku.ac.at

VITORE SHALA-MAYRHOFER, Landwirtschaftskammer Österreich, Schauflegergasse 6, A-1015 Wien, Österreich. E-Mail: v.shala-mayrhofer@lk-oe.at